

Laudatio zur Verleihung der Carl-
Friedrich-Gauß-Medaille
an Prof. Dr. rer. nat. Gerhard Ertl,
München

Haul, Robert

Veröffentlicht in:
Jahrbuch 1985 der Braunschweigischen
Wissenschaftlichen Gesellschaft, S.129-133



Verlag Erich Goltze KG, Göttingen

Laudatio

zur Verleihung der Carl-Friedrich-Gauß-Medaille an Prof. Dr. rer. nat. Gerhard Ertl, München,

anlässlich der Feierlichen Jahresversammlung der Braunschweigischen
Wissenschaftlichen Gesellschaft
durch den Vertreter der Klasse für Naturwissenschaften und Mathematik,
Prof. Dr. Ing. R. Haul, am 17. Mai 1985 in Braunschweig

In jüngster Zeit sind unsere Zeitungen und Fernsehsendungen voll mit Nachrichten und Diskussionen über die Einführung von Katalysatoren, kurz „KAT“ genannt. Die Autoabgase sollen schadstoffärmer werden, damit der Wald nicht stirbt, wobei man allerdings gerade aufgrund neuester phytopathologischer und epidemiologischer Untersuchungen gar nicht mehr so sicher ist, ob die Autoabgase wirklich die entscheidenden Verursacher der Waldschäden sind [1]. Merkwürdigerweise wird bei den oft so hitzigen, dafür aber weniger sachlich fundierten Diskussionen viel weniger betont, daß es auch für die Menschen viel gesünder wäre, wenn sie reinere Luft atmen können. Die Frage, was eigentlich ein Katalysator ist, interessiert dabei kaum im Vergleich zu den Kosten, die man für ihn aufwenden muß. Zum Glück kann man ein „KAT“-Auto auch fahren, ohne zu verstehen, wie es funktioniert; und wenn man ehrlich ist, dann verstehen auch die zuständigen Wissenschaftler erst in der letzten Zeit so einigermaßen, welche elementaren Reaktionsschritte bei der Katalyse ablaufen.

Das Phänomen der Katalyse ist seit dem Beginn des vorigen Jahrhunderts bekannt. Eines der spektakulärsten Beispiele ist die von Doebereiner entdeckte bereits bei Raumtemperatur erfolgende Entflammung eines Luft-Wasserstoff-Gemisches an fein verteiltem, metallischen Platin. Doebereiner, 1780 geboren, seit 1810 Professor für Chemie, Pharmazie und Technologie an der Universität Jena, hatte unmittelbar anschließend an diese Experimente darüber an seinen Gönner Goethe berichtet, den Staatsminister des Großherzogs Karl August von Sachsen-Weimar [2].

Er schreibt unter dem 29. Juli 1823:

„Hochwohlgeborener Herr, Gnädigster Herr Staatsminister!

Ich erlaube mir, Ew. Excellenz von einer Entdeckung Nachricht zu geben, welche vom physikalischen und elektrochemischen Gesichtspunkte aus betrachtet, im hohen Grade wichtig erscheint.

Ich finde nämlich in einer zusammenhängenden Reihe von Versuchen über das Verhalten einiger Platinpräparate, daß das rein metallische, staubförmige Platin die höchst merkwürdige Eigenschaft hat, das Wasserstoffgas durch bloße Berührung und ohne Mitwirkung äußerer Potenzen zu bestimmen, daß es sich mit Sauerstoffgas zu Wasser

bindet, wobei eine bis zum Erglühen des Platins gesteigerte Summe von Wärme erregt wird [3]. –

Ich freue mich auf den Augenblick, den Ew. Excellenz mir gönnen werden, Hochdenselben aufs neue die Beweise von Ehrfurcht darzubringen, mit welcher beharret

Ew. Excellenz
unterthäniger Doebereriner“

Als Mann mit praktischem Sinn hat Doebereriner aus seiner Entdeckung das nach ihm benannte Feuerzeug entwickelt, bei dem nach dem damals schon bekannten Prinzip des Kippschen Apparates aus Zink und Schwefelsäure der notwendige Wasserstoff entwickelt wurde. In den verschiedensten Ausführungsformen, oft künstlerisch reich verziert, spielte das Doebereriner-Feuerzeug damals, als es noch keine Zündhölzer gab, sondern Feuerstein, Stahl und Zündschwamm im Haushalt verwendet wurden, lange Zeit eine große Rolle.

Doebereriner war nicht nur auf den verschiedensten Gebieten um die wirtschaftliche Nutzung seiner chemischen Experimente bemüht, sondern hatte dabei auch weit vorausschauende Ideen konzipiert – sogar schon einen Explosionsmotor mit Wasserstoff-Luft-Gemischen und Platinzündung, auf dessen Realisierung wir auch heute noch warten.

Die Doebererinerschen Experimente fanden damals in erstaunlich kurzer Zeit weit über Deutschland hinaus größte Beachtung unter den Fachkollegen. Vor allem die Eigenschaft des edlen, wenig reaktionsfähigen Platins, bereits bei Raumtemperatur durch bloßen Kontakt chemisch zu wirken und dies ohne erkennbare Stöchiometriebeziehungen und praktisch unerschöpflich. Denken Sie daran, daß heutzutage von einem Auto-Katalysator auf Platin-Basis eine Lebensdauer gefordert wird, die mehr als 80.000 Fahrthkilometern entspricht [4]. Doebereriner hatte bereits die Vorstellung entwickelt, daß eine durch Attraktion bewirkte mechanische Verdichtung von Gasen an der Oberfläche des Metalls erfolgt, eine Auffassung, die dann von Faraday weiter verfolgt wurde.

Alle diese Kennzeichen enthalten im Kern schon Vorstellungen, die wir heute mit dem Begriff Katalyse verbinden, der 1835 von dem schwedischen Chemiker Berzelius eingeführt wurde. Gegen Ende des vorigen Jahrhunderts ist vor allem durch Wilhelm Ostwald an der Universität Leipzig auf der Basis reaktionskinetischer Untersuchungen der Katalysatorbegriff neu gefaßt worden. Hiernach – so definieren wir heute – verändert ein in relativ geringer Menge zugesetzter Katalysator die Geschwindigkeit thermodynamisch möglicher Reaktionen, ohne daß er dabei verbraucht wird. Durch unterschiedliche Beschleunigung der Geschwindigkeit auf bestimmten Reaktionswegen kann so eine Selektivität für erwünschte Reaktionsprodukte erzielt werden. Die Industrie nutzt diese verfahrenstechnischen Möglichkeiten in größtem Umfang aus. Denken Sie z. B. an die bekannte Ammoniak-Synthese aus Stickstoff der Luft und Wasserstoff, die Synthese von Methanol und von Benzin aus Kohlenmonoxid und Wasserstoff oder die Abgasentgiftung. In allen diesen Fällen handelt es sich um sog. heterogene Katalyse, von der auch im Vortrag von Herrn Ertl die Rede sein wird. Hierbei

erfolgen die chemischen Reaktionen an Festkörper-Oberflächen; zum Unterschied von der homogenen Katalyse, die in homogener Phase, in Gasen oder Flüssigkeiten abläuft. In beiden Fällen kommt am Ende der Reaktion der katalysierende Stoff unverbraucht wieder heraus. Es sieht so aus, als handle es sich um einen Automaten, in den man eine Münze einwirft und dieser dann das gewünschte Produkt liefert, aber obenrein noch die Münze wieder herausgibt. Kein Wunder, daß die Wissenschaftler begierig waren, herauszufinden, wie das alles funktioniert.

Im Laufe der Zeit wurden zahlreiche Methoden und Konzepte entwickelt, um den Mechanismus der heterogenen Katalyse aufzuklären und auf diese Weise gezielt optimale Katalysatoren herzustellen und damit frei zu werden von reiner Empirie. Hierzu gehören vor allem die von Langmuir ausgehenden Untersuchungen zur Chemisorption an Oberflächen, die auf H.S. Taylor zurückgehende Vorstellung, daß nur gewisse, sog. 'aktive Zentren' an der Oberfläche katalytisch wirksam sind, die leicht 'vergiftet' werden können, sowie der Einfluß sog. „geometrischer“ Faktoren. Letztere betreffen Korrespondenzen zwischen der Gittergeometrie der Katalysator-Oberfläche und den atomaren Abmessungen der regierenden Moleküle. In den 40er und 50er Jahren trat zur Deutung der Katalyse dann ein sog. „elektronischer Faktor“ hinzu, der die Wechselwirkungen zwischen dem Elektronenkollektiv eines metallischen oder halbleitenden Katalysators und den an der Oberfläche adsorbierten Molekülen berücksichtigt. Die gezielte Änderung der elektronischen Eigenschaften von Katalysatoren durch sog. Dotierung und deren Korrelation mit reaktionskinetischen Messungen, wie sie besonders von unserem kürzlich verstorbenen Kollegen Schwab untersucht wurde, können auch zu technisch verwertbaren Ergebnissen führen.

Eine neue Ära der Katalyseforschung setzt dann vor etwa 25 Jahren ein, ausgelöst durch die Entwicklung einer Reihe von elektronenspektroskopischen Methoden zur Untersuchung der Struktur und Reaktivität atomar reiner Oberflächen unter sog. Ultrahochvakuum-Bedingungen [5]. Die Pionierarbeiten gehen auf amerikanische Forscher zurück, aber schon wenige Jahre später begann Herr Ertl auf diesem wissenschaftlichen Neuland mit seinen Arbeiten, für die er heute mit der Carl-Friedrich-Gauß-Medaille ausgezeichnet wird.

1936 in Stuttgart geboren, hat Herr Ertl in Stuttgart, Paris und München Chemie und Physik studiert und dann am Max-Planck-Institut für Metallforschung in Stuttgart von Prof. Gerischer seine Diplomarbeit ausgeführt, mit einem damals sehr aktuellen Thema: „Eine Temperatursprungmethode zur Untersuchung schneller Dissoziationsreaktionen mit Hilfe eines Mikrowellen-Impulses“. In seiner Dissertation „Über die Kinetik der katalytischen Oxydation von Wasserstoff an verschiedenen dotierten Germanium-Einkristallen“, aufgrund der er 1963 an der TH München promoviert wurde, kommen bereits – wie dies ja so oft der Fall ist – die Aspekte zum Ausdruck, die für seine weiteren wissenschaftlichen Arbeiten bestimmend waren. Kurz vor seiner 1967 erfolgten Habilitation lernte ich Herrn Ertl in seinem Labor kennen. Er experimentierte höchst eigenhändig mit einer für heutige Verhältnisse erstaunlich einfachen und im wahrsten Sinne des Wortes noch durchsichtigen Apparatur aus Glas, die allerdings keine üblichen gefetteten Glashähne mehr enthielt und als Ganzes ausheizbar war, um

so mit konventionellen Quecksilber-Diffusions-Vakuumpumpen Ultrahochvakuum von etwa 10^{-10} mbar zu erzielen. Es handelte sich um Untersuchungen von Oberflächenreaktionen an Kupfereinkristallen mit Hilfe der Beugung langsamer Elektronen.

Im Zuge des vom Wissenschaftsrat in den 60er Jahren empfohlenen Ausbaus der wissenschaftlichen Hochschulen wurden auch in Hannover in den chemischen Fächern Parallel-Lehrstühle eingerichtet. Obwohl Herr Ertl – damals 32 – sich gerade erst habilitiert hatte, bestand bei seiner Berufung als Ordinarius nach Hannover übereinstimmend die Meinung, daß er zu den besten Nachwuchskräften auf dem Gebiet der Physikalischen Chemie gehöre und besondere wissenschaftliche Leistungen erwarten ließe. Hinzu kam, daß sich beide Lehrstühle auf dem Gebiet der Oberflächenforschung besonders gut ergänzen würden.

In dieser Zeit erfolgte international eine geradezu stürmische Entwicklung der „Surface Science“ durch Einführung zahlreicher neuer Methoden zur Untersuchung von Vorgängen an atomar reinen und definierten Festkörperoberflächen. Aus den selbst gebastelten Glasapparaturen wurden immer perfektere und vielseitig anwendbare Ganzmetall-Ultrahochvakuum-Meßgeräte, die leider auch ständig kostspieliger wurden. Herr Ertl hatte richtig erkannt, daß eine optimale instrumentelle Ausrüstung unerlässlich war, um international auf diesem Arbeitsgebiet mithalten zu können. Ich nehme an, daß Herr Ertl zustimmen wird, wenn ich der Meinung bin, daß seine fünfjährige Tätigkeit in Hannover eine sehr schöpferische und erfolgreiche Phase seiner Laufbahn als Wissenschaftler gewesen ist.

Sehr bald fanden seine Arbeiten Anerkennung, und so erhielt er 1973 einen Ruf als Direktor am Institut für Grenzflächen- und Vakuumphysik der Kernforschungsanlage Jülich, sowie als Nachfolger von Professor Schwab auf den in der Katalyseforschung hochangesehenen Lehrstuhl für Physikalische Chemie an der Universität München. Wen kann man schon daran hindern, unter solchen Umständen in das aus vielen anderen Gründen attraktive München zurückzukehren, zumal dort die Errichtung eines Sonderforschungsbereichs der Deutschen Forschungsgemeinschaft auf dem Gebiet der Oberflächenforschung in Aussicht stand.

Ich möchte hier nicht auf die große Zahl von wissenschaftlichen Arbeiten eingehen, über 200 inzwischen, die Herr Ertl mit seinen Mitarbeitern publiziert hat. Darüber werden Sie von ihm selbst gleich Näheres erfahren. Ein wesentlicher Teil dieser Arbeiten befaßt sich mit Fragen der Vermessung der atomaren Topographie von Festkörperoberflächen und der Struktur geordneter Adsorptionsphasen. Wenn Sie so wollen, ist Herr Ertl, der Oberflächen-Landschaften geometrisch vermißt, ein entfernter Nachfahre von Carl Friedrich Gauß, der ja nicht nur als Mathematiker, sondern auch durch seine geodätischen Messungen in dieser Landschaft berühmt geworden ist.

Herr Ertl hat bereits eine Reihe von Auszeichnungen erhalten, die zeigen, welche hohe internationale Anerkennung er genießt: u. a. vom California Institute of Technology 1976, die Paul Emmett Award in Fundamental Catalysis der American Catalysis Society 1979, die E. W. Müller Award in Surface Physics der University of Wisconsin, Milwaukee 1979, er ist Elected Member der New York Academy of Sciences 1981 und Honorary Fellow der Royal Society of Edinburgh 1985.

1983 wurde erfolglos versucht, Herrn Ertl mit einem Ruf an die Universität Münster aus München wegzulocken. Aber der Haftkoeffizient – wie man so etwas bei Molekülen an Oberflächen nennt –, der damit den Wert eins zu haben scheint, hat sich in allerjüngster Zeit erstaunlicherweise nun doch drastisch gesenkt. Herr Ertl hat kürzlich die Berufung zum Direktor am Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft in Berlin-Dahlem angenommen. Wie Herr Ertl mir sagte, hat er diese Entscheidung, die ihm sicherlich nicht leicht gefallen ist, getroffen unter dem Druck durch Lehr- und viele andere Verpflichtungen, der heute an den Hochschulen herrscht. Vor allem aber bieten sich ihm am Max-Planck-Institut und am Berliner Elektronen-Synchrotron hervorragende Möglichkeiten auf dem Gebiet der Oberflächenforschung. Zugleich bedeutet seine Entscheidung auch eine positive Einstellung zur Zukunft Berlins.

Ich darf sicherlich in Ihrer aller Namen sprechen, wenn ich Herrn Ertl weiteren Erfolg für seine neuen Aufgaben wünsche.

Literatur

- [1] O. Kandler: „Waldschäden Immissions – versus Epidemie – Hypothesen“. In: „Waldschäden 1985“. Kolloquium an der Universität Hohenheim, 24./25. Januar 1985. Edit. v. Kortzfleisch. Oldenbourg Verlag, 1985 (im Druck).
- [2] A. Mittasch: „Doebereiner, Goethe und die Katalyse“, Hippokrates Verlag Marquardt u. Cie., Stuttgart, 1951.
- [3] J.W. Doebereiner: „Zur Chemie des Platins in wissenschaftlicher und technischer Beziehung“, Verlag Balz, Stuttgart, 1836.
Für seine Experimente hatte Doebereiner einige Kilogramm Platin, aus dem Ural stammend, vom Großherzog zur Verfügung erhalten [2].
- [4] E. Koberstein: „Katalysatoren zur Reinigung von Autoabgasen“, Chemie in unserer Zeit, **18** (1984), 37.
- [5] G. Ertl und J. Küppers: „Low Energy Electrons and Surface Chemistry, Verlag Chemie, Weinheim, 1974.